



Hubungan Antara Karakteristik Stomata dan Kandungan Klorofil pada Morfologi Beberapa Varietas Sorgum di Dataran Rendah dan Dataran Tinggi, Sumatera Utara

Relationship between Stomata Characteristics and Chlorophyll Content on the Morphology of Several Sorghum Varieties in the Lowlands and Highlands, North Sumatera

Nina Unzila Angkat ^{*,1}, Dedi Kurniawan ¹, Anggria Lestami ², Maulida Khairiza Nawar ³

¹ Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Tjut Nyak Dhien, Medan, Indonesia

² Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

³ Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

*Penulis Korespondensi

Email: ninaunzila5@gmail.com

Abstrak. Sorgum belum banyak ditanam di daerah Sumatera Utara, sehingga perlu diteliti untuk mengetahui kemampuannya beradaptasi pada lingkungan yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kemampuan adaptasi enam varietas sorgum dengan menanam sorgum pada dua kondisi lingkungan dan ketinggian tempat yang berbeda, yaitu di dataran rendah dan dataran tinggi. Penelitian ini dilakukan di dataran rendah dan dataran tinggi, yaitu Lubuk Pakam (200 mdpl) dan Tongkoh Berastagi (1450 mdpl). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial, yaitu varietas sorgum yaitu Numbu, Super 1, Super 2, Soper 7, Soper 9 dan Suri 4 dengan empat kali ulangan. Parameter yang diamati adalah karakter morfologi, karakteristik stomata dan kandungan klorofil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua tanaman di Lubuk Pakam lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman sorgum di Berastagi dimana tanaman tertinggi terdapat pada varietas V3, Super 2, diikuti oleh Super 1 dan Soper 9. Jumlah klorofil a, b dan total klorofil tidak dipengaruhi secara nyata oleh perbedaan varietas, baik di dataran tinggi maupun dataran rendah. Namun demikian, terdapat perbedaan pola respon tanaman dalam menghadapi lokasi lingkungan yang berbeda melalui jumlah klorofil a dan klorofil b.

Kata kunci: adaptasi, fenotipe, karakterisasi, ketinggian tempat, lingkungan.

Abstract. Sorghum has not grown extensively in any sites of North Sumatra; thus it needs to be studied to see how adaptable it can become to different environments. This study aims to observe the adaptability of six varieties of sorghum by planting sorghum in two different environmental conditions and altitudes, namely in the lowlands and highlands. This study was conducted in the lowlands and highlands, namely Lubuk Pakam (200 masl) and Tongkoh Berastagi (1500 masl). This study used a non-factorial randomized block design, namely varieties of sorghum, which are Numbu, Super 1, Super 2, Soper 7, Soper 9, and Suri 4, with four replications. The parameters observed are morphological characters, stomata characteristics, and chlorophyll content. The result showed that all plants in Lubuk Pakam were taller than the sorghum plants in Berastagi, where the tallest plants were found in variety V3, Super 2, followed by Super 1 and Soper 9, respectively. The amounts of chlorophyll a, b, and total chlorophyll were not significantly

influenced by varietal differences, both in the highland and lowland locations. However, there were different patterns of plant responses in dealing with different environmental locations through the amount of chlorophyll a and chlorophyll b.

Keywords: *chlorophyll content, highlands, lowlands, stomata characteristics, sorghum variety.*

1. Pendahuluan

Sorghum bicolor (L.) moench adalah salah satu dari lima tanaman sereal utama dunia. Sebagai tanaman serbaguna, sorgum dibudidayakan karena berbagai manfaat yang dimilikinya antara lain sebagai bahan pangan yang diambil dari biji-bijian dan batangnya yang manis, pakan ternak, dan dapat dijadikan sapu lidi. Selain itu, sorgum juga dapat digunakan sebagai bahan bangunan, minuman beralkohol, bioetanol, dan bahan bakar. Meskipun dinegara kaya sorgum ditanam untuk pakan ternak namun pada daerah daerah kering dan semi-kering sorgum merupakan salah satu tanaman pangan yang paling penting di dunia (Mace *et al.*, 2009; Venkateswaran *et al.*, 2014; Venkateswaran *et al.*, 2019).

Sorgum juga dikenal sebagai *Sorghum bicolor* yang berasal dari Ethiopia atau Chad sekitar 5000 tahun yang lalu. Sekitar 4000 tahun yang lalu sorgum masuk ke India, kemudian ke Cina dan Afrika bagian selatan sekitar 1500 tahun yang lalu. Pada abad ke-18, sorgum masuk ke Amerika Utara (Rosentrater & Evers, 2018) Ras bicolor pertama kali ditemukan di Asia Selatan sekitar tahun 2000 SM (Fuller *et al.*, 2018). Sorgum merupakan tanaman yang penting bagi orang di daerah tropis seperti Asia. Tanaman ini tahan dengan cuaca ekstrem yang parah dan kering akibat dari curah hujan yang rendah karena tanaman sorghum merupakan tanaman sereal yang memiliki ketahanan terhadap panas dan kekeringan (Hossain *et al.*, 2022).

Di Indonesia, sorgum banyak dikembangkan di Nusa Tenggara Timur yang memiliki curah hujan rendah dan kemarau panjang sekitar 8-10 bulan serta musim hujan yang pendek (3-4 bulan) (BPS, 2015). Di provinsi ini pengembangan sorgum sangat menjanjikan karena kemampuannya untuk tumbuh di daerah dengan tanah marginal serta nilai nutrisinya setara dengan jagung. Tidak hanya itu di NTT sorgum telah dikonsumsi oleh penduduk setempat sebagai makanan utama. Sehingga sorghum yang berasal dari NTT memiliki variasi genetik yang cukup besar dan meningkatkan varietas sorgum lokal (Morojele & Mbewe, 2015).

Berbeda dengan di Sumatera Utara kurangnya pengenalan dan pengetahuan tentang budidaya sorgum membuat tanaman ini sulit diterima sebagai bahan pangan alternatif pengganti beras. Selain itu, sorgum belum tumbuh secara ekstensif di lokasi mana pun di Sumatera Utara, sehingga perlu dipelajari untuk melihat bagaimana kemampuan sorgum dalam beradaptasi pada berbagai lingkungan yang berbeda. Salah satu cara untuk membedakan keragaan dan penampakan fenotipe sorgum dalam menghadapi kondisi lingkungan yang berbeda adalah dengan melakukan karakterisasi secara morfologi. Penanda morfologi tidak memerlukan teknologi yang mahal karena

didasarkan pada karakteristik yang dapat diamati, seperti pigmentasi, kebiasaan tumbuh, warna bunga, dan bentuk biji. Pada proses menemukan genotipe yang signifikan untuk perbaikan varietas dan untuk mencegah duplikasi dalam koleksi plasma nutfah, perlu dilakukan pengumpulan dan karakterisasi plasma nutfah yang sudah ada ([Dossou-Aminon *et al.*, 2015](#)).

Beberapa varietas sorgum yang beradaptasi pada dataran tinggi secara keseluruhan matang lebih awal, memiliki hasil gabah, tinggi tanaman, jumlah gabah dan berat gabah yang lebih tinggi. Sedangkan sorgum yang beradaptasi di dataran rendah menunjukkan rata-rata peningkatan hasil gabah sebesar 29%, di samping peningkatan tinggi tanaman dan bobot gabah, dibandingkan dengan jenis sorgum yang diintroduksi di dataran tinggi. Secara umum beberapa varietas sorgum yang diintroduksi menunjukkan peningkatan produktivitas sekaligus memenuhi sifat-sifat yang dibutuhkan petani ([Mindaye *et al.*, 2016](#)).

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati daya adaptasi enam varietas sorgum dengan menanam sorgum pada dua kondisi lingkungan dan ketinggian tempat yang berbeda, yaitu di dataran rendah dan dataran tinggi dengan mengkarakterisasi keragaan fenotipe berdasarkan karakter morfologi. Dengan demikian, dapat menjadi informasi keragaman plasma nutfah bagi pengembang dan pemulia tanaman sorgum di Sumatera Utara.

2. Bahan dan Metode

Bagian ini berisi informasi teknis dan rinci, sehingga percobaan dapat diulang dengan baik oleh peneliti lainnya. Jika digunakan peralatan/instrumen khusus maka perlu diberikan spesifikasi alat dan kondisi operasi.

2.1. Bahan dan Pelaksanaan Percobaan

Penelitian ini dilakukan di dua lokasi yang berbeda. Lokasi pertama terletak di Kabupaten Pakam Deli Serdang, Sumatera Utara (200 mdpl) dan lokasi kedua terletak di Tongkoh Berastagi, Kabupaten Karo (1.400 mdpl) pada bulan Juli- Oktober 2024. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan satu faktor. Faktor tersebut adalah enam varietas sorgum yaitu Numbu, Super 1, Super 2, Soper 7, Soper 9, dan Kawali dengan empat kali ulangan.

Ukuran kedua petak penelitian adalah $1,5 \times 1,5$ meter. Sebanyak 20 kg/ha kotoran ayam diberikan sebagai pupuk organik pada setiap petak. Pupuk NPK diberikan secara bertahap sebanyak tiga kali. Dua perlakuan pupuk diberikan: satu diberikan pada tanaman 12 hari setelah tanam (HST) dengan dosis urea 100 kg/ha dan fosfat 90 kg/ha; yang kedua diberikan pada tanaman 32 HST dengan dosis urea 150 kg/ha dan fosfat 200 kg/ha; dan tanaman 45 hari setelah tanam (HST) menerima dosis pupuk Kalium dengan dosis 90 kg/ha. Hal ini mengacu pada penelitian [Suwardi and Suwarti \(2020\)](#) yang melakukan pemberian pupuk P sebanyak 200 kg/ha dan pupuk

urea sebesar 150 kg/ha, hasil menunjukkan kombinasi kedua pupuk tersebut mampu meningkatkan bobot biji sorgum

Jarak tanam 25×70 cm dan dua benih per lubang ditanam pada kedalaman 3 cm. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman setiap hari, pengendalian gulma secara manual, adapun jumlah total tanaman pada setiap lokasi yaitu 240 tanaman dengan jumlah sampel 120 tanaman. Pengendalian hama dan penyakit dengan penyemprotan fungisida dan pemberian *Trichoderma* sebagai agen antagonis cendawan, kemudian diamati data pertumbuhan hingga panen

2.2. Analisis Morfologi

Parameter morfologi yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang. Data yang didapatkan dianalisis menggunakan Analisis varians (ANOVA) diikuti dengan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada tingkat kepercayaan 5% ([Gomez & Gomez, 1984](#)).

2.3. Analisis Stomata dan Klorofil

Daun yang dipilih sebagai sampel adalah selain daun bendera, yaitu daun ke-2, ke-3, dan ke-4 yang telah berkembang sempurna 40 hari setelah tanam sekitar 2 minggu sebelum berbunga. Sampel daun diambil dari lapangan diberi label dan untuk mempertahankan kesegarannya disimpan dalam cooler box sampai dilakukan analisis di laboratorium. Tabung sentrifugasi 10 mL yang dibungkus dengan kertas timah dan karton digunakan untuk menyimpan sampel dalam keadaan gelap. Untuk setiap bahan, dibuat 3 ulangan. Jaringan daun dimasukkan ke dalam aseton 80% dan dikocok selama 24 jam hingga warna jaringan benar-benar memudar. Terakhir, larutan tersebut dimasukkan ke dalam spektrofotometer ultraviolet/sinar tampak UV-1800 untuk mengukur absorbansi pada 649 dan 665 nm. Kandungan klorofil a dan klorofil b kemudian dihitung dengan menggunakan rumus yang dijelaskan oleh ([Lichtenthaler, 1987](#)).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakter Morfologi

Karakter morfologi yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa keragaman morfologi berbeda antar varietas, dimana terdapat perbedaan yang sangat nyata antara dataran rendah dan dataran tinggi ([Tabel 1](#)).

Pertumbuhan vegetatif tanaman di kedua lokasi menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Rata-rata tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang menunjukkan bahwa semua tanaman sorgum di Lubuk Pakam tumbuh optimal. Semua karakter morfologi tanaman di Lubuk Pakam (tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang) lebih besar dibandingkan dengan tanaman sorgum di Berastagi, dimana tanaman tertinggi terdapat pada varietas V3, Super 2, kemudian disusul oleh varietas Super 1, dan Soper 9. Menurut [Rini et al. \(2022\)](#) karena tinggi tanaman dan

umur panen memiliki nilai heritabilitas yang relatif rendah, nilai heritabilitas tersebut dapat bervariasi tergantung pada lingkungan tempat mereka ditanam.

Tabel 1. Karakter morfologi tanaman sorgum pada usia 7 Minggu Setelah Tanam

Lokasi	Varietas	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (leaves)	Diameter Batang (mm)
Lubuk Pakam (200 mdpl)	Numbu	116,21 abc	10,60	30,79 c
	Super 1	150,94 d	10,55	27,39 a
	Super 2	151,13 d	11,20	27,84 a
	Soper 7	109,34 ab	10,50	29,24 ab
	Soper 9	104,39 a	10,45	32,35 d
	Suri 4	122,66 abc	10,55	30,04 bc
Tongkoh, Berastagi (1450 mdpl)	Numbu	61,97 abc	5,3	15,325 bc
	Super 1	69,81 bc	5,25	13,938 ab
	Super 2	69,07 bc	5,25	16,39 c
	Soper 7	58,11 ab	5,35	12,67 a
	Soper 9	55,25 a	5,15	13,73 ab
	Suri 4	77,28 d	5,65	14,98 bc

Note: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda signifikan berdasarkan uji DMRT 5%

Selama penelitian berlangsung, perubahan iklim terjadi secara fluktuatif dan tidak terduga. Pada awal penanaman di bulan Juli, suhu dan intensitas sinar matahari sangat tinggi di Sumatera Utara namun curah hujan meningkat sangat tinggi di bulan Agustus-September terutama di dataran tinggi, Tongkoh Berastagi. Kondisi ini mungkin telah menyebabkan pertumbuhan vegetatif tanaman sorgum yang lambat dan mungkin telah menyebabkan keterlambatan pembungaan dan waktu panen di lokasi ini. Kondisi ini didukung oleh penelitian [Rutayisire et al. \(2022\)](#) yang menunjukkan bahwa sorgum yang ditanam dicuaca dingin di dataran tinggi Afrika yaitu di (Kachwekano dan Zombo) membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai pembungaan dan kematangan fisiologis, bahkan untuk galur-galur yang tahan terhadap suhu dingin. Galur sorgum mengalami keterlambatan masing-masing 37 dan 63 hari di Zombo dan Kachwekano, dibandingkan dengan kondisi cuaca yang tidak terlalu dingin di Kabanyolo. Karena tanaman sorgum adalah tanaman keluarga rerumputan C4 di daerah semi-gersang di Afrika Sub-Sahara, tanaman ini sangat cocok untuk daerah yang panas dan kering ([De Fries et al., 2023](#)).

3.2. Karakteristik Stomata

Karakteristik stomata yang diamati meliputi panjang dan lebar stomata, jumlah stomata, dan kerapatan stomata. Hasil analisis menunjukkan bahwa karakteristik stomata bervariasi antar varietas pada ketinggian tempat yang berbeda ([Tabel 2](#)).

Panjang stomata dan lebar stomata di Lubuk Pakam tidak dipengaruhi secara signifikan oleh varietas sorgum. Namun rata-rata panjang stomata memiliki nilai yang bervariasi, dimana Soper 7 dan Suri 4 memiliki stomata terpanjang sedangkan Super 2 memiliki stomata terpendek. Dari segi lebar, stomata yang memiliki stomata terlebar berturut-turut adalah varietas Suri 4, Soper 7, dan Numbu. Sehingga dapat dikatakan bahwa Soper 7 dan Suri 4 merupakan varietas yang memiliki

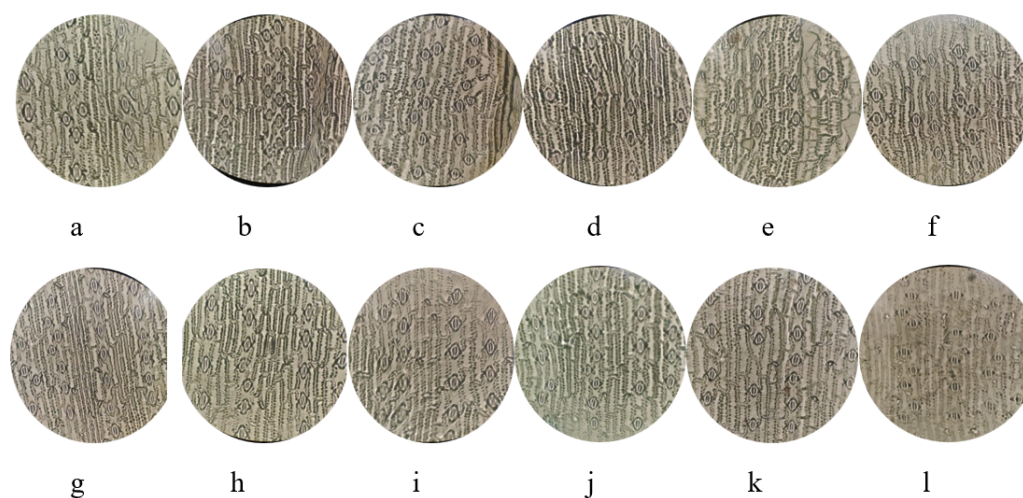
ukuran stomata terlebar. Namun demikian, lebar stomata tidak dipengaruhi oleh perbedaan varietas.

Tabel 2. Karakteristik Stomata Tanaman Sorgum

Lokasi	Varietas	Panjang Stomata	Lebar Stomata	Jumlah Stomata	Kerapatan Stomata
Lubuk Pakam (200 masl)	Numbu	45,13	21,42	20,33 d	101,91 d
	Super 1	45,25	20,78	18,00 cd	91,71 bcd
	Super 2	41,18	20,22	20,33 d	103,60 d
	Soper 7	48,11	21,71	14,33 a	73,03 a
	Soper 9	44,83	19,51	15,67 abc	79,83 abc
	Suri 4	47,81	21,75	15,33 ab	78,13 ab
Tongkoh, Berastagi (1450 masl)	Numbu	41,339 b	20,37 ab	22,67 a	115,49 a
	Super 1	41,886 b	23,74 c	29,00 d	147,77 e
	Super 2	37,706 a	20,03 ab	27,00 c	137,57 cd
	Soper 7	43,197 b	25,29 d	26,67 bc	135,88 c
	Soper 9	42,154 b	19,73 a	24,00 a	122,29 ab
	Suri 4	42,394 bb	24,11 cd	24,67 ab	125,69 ab

Note: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda signifikan berdasarkan uji DMRT 5%

Kondisi unik terjadi pada varietas Soper 7 yang memiliki stomata terpanjang, namun jumlah stomata dan kerapatan stomata pada varietas ini paling rendah. Pola ini juga dimiliki oleh karakter stomata varietas Suri 4. Sementara itu, Numbu dan Super 2 menunjukkan jumlah dan kerapatan stomata yang paling tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada korelasi positif antara panjang stomata dengan jumlah dan kerapatan stomata pada tanaman sorgum di dataran rendah. Jumlah dan kerapatan stomata merupakan indikator untuk mengetahui respon fisiologis tanaman dalam menerima intensitas cahaya matahari. Perbedaan stomata pada masing-masing varietas bisa dilihat pada [Gambar 1](#) yang menunjukkan hasil dari karakter stomata yang diamati.



Gambar 1. Stomata of shorgum; (a) Numbu Pakam, (b) Super 1 Pakam, (c) Super 2 Pakam, (d) Soper 7 Pakam, (e) Soper 9 Pakam, (f) Suri, (g) Numbu Berastagi, (h) Super 1 Berastagi, (i) Super 2 Berastagi, (j) Soper 7 Berastagi, (k) Soper 9 Berastagi, (l) Suri 4 Berastagi



Gambar 2. Pori stomata yang membuka pada varietas Soper 7 di Pakam; b). Pori stomata yang menutup pada varietas Soper 7 di Berastagi

Di dataran tinggi, varietas memainkan peran penting dalam semua karakter stomata yang diuji. Karakter panjang stomata varietas Super 2 berbeda nyata dengan varietas lainnya. Soper 7 memiliki stomata terlebar, yang berbeda nyata dengan sorgum lainnya. Pada dataran tinggi terdapat hubungan linier antara jumlah dan kerapatan stomata antar varietas. Berdasarkan hasil pengujian, jumlah dan kerapatan stomata dari yang terbesar hingga terkecil secara berurutan adalah Super 1, Super 2, Soper 7, Suri 4, Soper 9 dan yang terakhir adalah Numbu. Secara geografis, Berastagi berada di ketinggian 1450 meter di atas permukaan laut, yang menandakan bahwa lokasi tersebut berada di daerah pegunungan dengan suhu yang rendah. Sejak awal penanaman hingga akhir masa vegetatif tanaman sorgum, suhu dan intensitas cahaya matahari yang diterima tanaman sorgum sangat rendah diikuti dengan curah hujan yang tinggi. Hal ini sejalan dengan [Andayani \(2020\)](#) yang menyatakan bahwa pengaruh faktor internal yaitu perbedaan karakteristik tanaman, sedangkan faktor eksternal yaitu sifat toleran varietas sorgum terhadap lingkungan seperti ketersediaan unsur hara yang minim, perubahan suhu, kelembapan, curah hujan dan intensitas matahari.

Secara umum, karakteristik stomata tanaman sorgum sangat berbeda antara tanaman sorgum di dataran rendah dan dataran tinggi meskipun varietas yang digunakan sama. Panjang stomata tanaman sorgum yang ditanam di dataran rendah cenderung lebih panjang, yaitu antara 41-48 μm . Namun untuk karakter lebar stomata, jumlah dan kerapatan stomata pada tanaman sorgum dataran tinggi memiliki kandungan yang lebih besar dibandingkan dengan sorgum dataran rendah. Menurut penelitian kami, tingginya jumlah dan kerapatan stomata pada tanaman sorgum dipengaruhi oleh kesesuaian adaptasi tanaman sorgum di dataran tinggi, Tongkoh, dengan suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan dataran rendah, L. Pakam. Hal ini sejalan dengan [Al-Salman et al. \(2023\)](#) yang menyatakan bahwa pertumbuhan sorgum pada suhu tinggi

meningkatkan laju konsentrasi osmotik sehingga terjadinya peningkatan jumlah dan kerapatan stomata.

Tanaman dengan jumlah dan kerapatan stomata yang rendah mengindikasikan bahwa tanaman tersebut mampu menekan laju transpirasi sehingga energi yang digunakan dapat mencukupi kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini dibuktikan dengan karakteristik morfologi tanaman sorgum di L. Pakam dimana tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun yang lebih besar, berarti tanaman tumbuh lebih baik. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya ([Frantová *et al.*, 2024](#)) terbukti bahwa pada lokasi S3a menunjukkan kerapatan stomata yang lebih tinggi (161,2 stomata/1 mm²), diikuti oleh lokasi 1 (143,6 stomata/1 mm²) yang diidentifikasi sebagai daerah dengan cekaman kekeringan yang lebih parah. Sebuah sifat adaptif pada sorgum, yang mengindikasikan kemungkinan penurunan kerapatan stomata pada kondisi yang lebih kering. Hal ini sejalan dengan temuan kami, yang menunjukkan bahwa penurunan kerapatan stomata dapat menjadi mekanisme sorgum beradaptasi dengan suhu lingkungan yang lebih tinggi.

Di dataran tinggi, jumlah stomata dan kerapatan stomata lebih banyak dibandingkan dataran rendah. Jika diperhatikan lebih seksama pada [Gambar 2](#), Anda dapat membuktikan alasan mengapa jumlah stomata yang banyak tidak sejalan dengan pertumbuhan sorgum yang optimal, yaitu stomata tanaman sorgum di dataran tinggi cenderung memiliki pori-pori yang kecil atau tertutup. Namun kondisi curah hujan yang tinggi juga memperburuk keadaan tanaman, tanaman harus mentranspirasi air dalam jumlah yang berlebih di dalam tubuh tanaman sedangkan intensitas cahaya yang rendah menghambat konduktansi stomata, stomata tetap tertutup dan tidak dapat melakukan proses fotosintesis dengan baik. Penelitian sebelumnya ([Iseki & Olaleye, 2019](#)) yang melakukan pengukuran konduktansi stomata dengan metode baru (GsI) berdasarkan perbandingan temperatur udara, radiasi matahari dan jumlah curah hujan pada tahun 2016 dan 2017 membuktikan bahwa pada kondisi lingkungan mendung berselang dengan radiasi matahari yang rendah menunjukkan konduktansi stomata yang lebih rendah dibandingkan pada tahun 2016. Pada tahun 2017, konduktivitas stomata terendah terjadi pada awal masa pertumbuhan (sekitar 0,25 mol m⁻² s⁻¹) dan 35 HST (sekitar 0,27 mol m⁻² s⁻¹) dengan tingkat curah hujan tertinggi yaitu 45 mm hari⁻¹.

3.3. Kandungan Klorofil

Kandungan klorofil yang diamati meliputi klorofil a, klorofil b, dan klorofil total. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan klorofil bervariasi antar varietas pada ketinggian yang berbeda ([Tabel 3](#)).

Pada penelitian ini ditemukan bahwa jumlah klorofil a, b dan klorofil total tidak dipengaruhi secara nyata oleh perbedaan varietas, baik di lokasi dataran tinggi maupun dataran rendah. Namun

demikian, terdapat perbedaan pola respon tanaman dalam menghadapi lokasi lingkungan yang berbeda melalui jumlah klorofil a dan klorofil b. Jika kedua lokasi tersebut dibandingkan, maka dapat ditarik garis besar bahwa karakter klorofil di dataran rendah berbeda dengan karakter klorofil di dataran tinggi. Pada dataran rendah dengan intensitas cahaya yang cukup, tanaman sorgum cenderung meningkatkan jumlah klorofil a yang lebih tinggi, berkisar antara 29,19 - 30,13, sedangkan pada dataran tinggi kandungan klorofil a berkisar antara 24,8 - 27,9.

Tabel 3. Kandungan klorofil tanaman sorghum pada lokasi berbeda

Lokasi	Varietas	Klorofil a (mg/l)	Klorofil b (mg/l)	Total chlorophyll (mg/l)
Lubuk Pakam (200 masl)	Numbu	30,23	25,49	56,82
	Super 1	29,59	34,32	64,12
	Super 2	30,04	26,24	56,50
	Soper 7	29,75	24,10	54,07
	Soper 9	29,64	35,18	65,04
	Suri 4	29,19	33,98	63,39
Berastagi (1450 masl)	Numbu	27,97	44,30	72,48
	Super 1	25,70	56,42	82,95
	Super 2	25,32	57,60	83,11
	Soper 7	26,24	52,23	78,67
	Soper 9	24,88	56,88	83,10
	Suri 4	26,26	53,84	80,29

Note: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda signifikan berdasarkan uji DMRT 5%

Berbeda dengan kandungan klorofil b, di dataran rendah kandungan klorofil b lebih sedikit yaitu berkisar antara 24,1 mg/l - 35,18 mg/l dan di dataran tinggi berkisar antara 44,3 mg/l - 57,6 mg/l. Meningkatnya kandungan klorofil b dan menurunnya kandungan klorofil a pada tanaman sorgum di dataran tinggi dengan intensitas cahaya yang rendah dan suhu yang rendah menunjukkan bahwa tanaman sorgum berusaha mengoptimalkan penangkapan cahaya melalui klorofil b untuk ditransmisikan ke klorofil a sebagai energi foton untuk proses fotosintesis. Pigmen utama dalam fotosintesis adalah klorofil A, yang memancarkan elektron berenergi tinggi ke dalam fotosistem P680 dan P700 sambil memerangkap energi cahaya. Pigmen tambahan yang mentransfer energi yang tersimpan ke dalam klorofil disebut klorofil B. Pigmen tambahan dalam fotosintesis, klorofil B, memerangkap dan mentransfer elektron berenergi tinggi ke klorofil A (Barber & Arcer, 2001). Keadaan ini juga terjadi pada tanaman jelai, kandungan klorofil a tanaman jelai menurun ketika ternaungi, namun sebaliknya kandungan klorofil b meningkat. Hal ini menyebabkan rasio klorofil a dan b (klorofil a/b) pada tanaman menurun dengan adanya naungan (Ridwan *et al.*, 2018).

Sejalan dengan peningkatan klorofil b, klorofil total pada tanaman sorgum di Tongkoh, Berastagi juga meningkat. Meskipun tidak dipengaruhi oleh perbedaan varietas, perbedaan lokasi menunjukkan bahwa total klorofil di Tongkoh Berastagi lebih besar dibandingkan dengan di Lubuk Pakam. Hal ini juga dipengaruhi oleh rendahnya intensitas cahaya matahari yang diterima

tanaman sorgum di dataran tinggi. Cahaya yang rendah mengganggu fotosintesis normal tanaman dengan mempengaruhi pigmen fotosintesis dan sintesisnya (Tarakanov *et al.*, 2022). Di bawah kondisi cahaya rendah, tanaman sering kali memiliki fitur, seperti peningkatan luas daun dan kandungan klorofil, yang memungkinkan mereka untuk menangkap lebih banyak energi optik (Jenkins, 2014).

4. Kesimpulan

Pertumbuhan vegetatif tanaman sorgum di kedua lokasi menunjukkan perbedaan yang sangat nyata diantaranya tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang menunjukkan bahwa semua tanaman sorgum di Lubuk Pakam tumbuh optimal. Perbedaan ketinggian tempat pada pertumbuhan tanaman sorgum signifikan mempengaruhi tingginya kerapatan stomata dan jumlah stomata sedangkan karakteristik klorofil tidak dipengaruhi secara nyata terhadap perbedaan varietas, namun perbedaan ketinggian tempat mempengaruhi tipe klorofil yang dibentuk.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini didukung oleh Hibah Terapan (PDP/2024) No: 0141/E5/AL.04/2024 pada tanggal 23 Februari 2024 dari Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, Republik Indonesia.

Daftar Pustaka

- Al-Salman, Y., Cano, F. J., Pan, L., Koller, F., Pineiro, J., Jordan, D., & Ghannoum. (2023). Anatomical drivers of stomatal conductance in sorghum lines with different leaf widths grown under different temperatures. *Plant Cell Environ*, 46, 2142-2158. <https://doi.org/10.1111/pce/14592>
- Andayani, R. D. (2020). Response of shorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) to reduction in recommended fertilizer doses (In Indonesia). *Buana Sains*, 20(2), 209-216. <https://jurnal.unitri.ac.id/index.php/buanasains/article/view/2242/1515>
- Barber, J., & Archer, M. D. (2001). P680, the primary electron donor of photosystem II. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 142(2-3), 97-106. [https://doi.org/10.1016/S1010-6030\(01\)00503-2](https://doi.org/10.1016/S1010-6030(01)00503-2)
- BPS [Badan Pusat Statistik]. (2015, November 3). *Nusa Tenggara Timur dalam Angka*. Retrieved from <https://ntt.bps.go.id/id/publication/2015/11/03/b4cf1700f7e22ad7cf30a1f6/nusa-tenggara-timur-dalam-angka-2015.html>
- De Fries, R., Liang, S., Chhatre, A., Davis, K. F., Ghosh, S., Rao, N. D., & Singh, D. (2023). Climate resilience of dry season cereals in India. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-37109-w>
- Dossou-Aminon, I., Loko, L. Y., L., Adjatin, A., Ewédjè, E. E. B. K., Dansi, A., Rakshit, S., ..., & Akpagana, K. (2015). Genetic divergence in northern Benin sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) landraces as revealed by agromorphological traits and selection of candidate genotypes. *The Scientific World Journal*, 2015(1). <https://doi.org/10.1155/2015/916476>
- Frantová, N., Rábek, M., Porčová, L., Jovanović, I., Širůček, P., Lukas, V., ..., & Cerkal, R. (2024). Monitoring Drought Tolerance Mechanisms of Sorghum and Maize Under Unevenly Distributed Precipitation. *Int. J. Plant Prod*, 18, 49-67. <https://doi.org/10.1007/s42106-023-00278-9>

- Fuller, D. Q., & Stevens, C. J. (2018). Sorghum Domestication and Diversification: A Current Archaeobotanical Perspective. In: Mercuri, A., D'Andrea, A., Fornaciari, R., Höhn, A. (eds) *Plants and People in the African Past*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-89839-1_19
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984) *Statistical Procedures for Agricultural Research*. New York: 2nd Edition, John Wiley and Sons, 680 p.
- Hossain, M. S., Islam, M. N., Rahman, M. M., Mostofa, M. G., & Khan, M. A. R. (2022). Shorgum: A prospective crop for climatic vurnerability, food and nutritional security. *Journal of Agricultute and Food Research*, 8, 100300. <https://doi.org/10.1016/j.ajfr.2022.100300>
- Iseki, K., & Olaleye, O. (2019). A new indicator of leaf stomatal conductance based on thermal imaging for field grown cowpea. *Plant Production Science*, 23(1), 136–147. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2019.1625273>
- Jenkins, G. I. (2014). The UV-B Photoreceptor UVR8: From Structure to Physiology. *Plant Cell*, 26(1), 21–37. <https://doi.org/10.1105/tpc.113.119446>
- Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382. [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1)
- Mace, E. S., Rami, J. F., & Bouchet, S. (2009). A consensus genetic map of sorghum that integrates multiple component maps and high-throughput Diversity Array Technology (DArT) markers. *BMC Plant Biol*, 9, 13. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-9-13>
- Mindaye, T. T., Mace, E. S., Godwin, I. D., & Jordan, D. R. (2016). Heterosis in locally adapted shorgum genotypes and potential of hybrids for increased productivity in contrasting environments in Ethiopia. *The Crop Journal*, 4(6), 479-489. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.06.020>
- Morojele, M. E., & Mbewe, D. N. M. (2015). Genetic diversity of common beans as determined using morphological markers. *Asian J. of Agri. & Biol.*, 3, 2-7. <https://www.asianjab.com/genetic-diversity-of-common-beans-as-determined-using-morphological-markers/>
- Ridwan, H., T., & Witjaksono. (2018). Response of Millet [*Setaria italica* (L.) P. Beauv] to Low Light Condition. *Jurnal Biologi Indonesia*, 14(1), 23-32. <http://dx.doi.org/10.14203/jbi.v14i1.3656>
- Rini, E. P., Marwiyah, S., Wirnas D., & Trikoesoemaningtyas. (2022). Genetic Analysis in an F2 Population Derived from Indonesian Local Sorghum with New Superior Variety. *J. Agron. Indonesia*, 50(3), 275-282. <https://doi.org/10.24831/jai.v50i3.44699>
- Rosentrater, K. A., & Evers, A. D. (2018). *Introduction to cereals and pseudocereals and their production*. Retrieved from https://books.google.co.id/books?id=tOZGDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Rutayisire, A., Mukayiranga A., Habineza, J. C., Avosa, M., Edema, R., & Lubadde, G. (2020). Effect of low temperature stress on field performance of highland sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) at flowering stages. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 12(1), 25-33. <https://doi.org/10.5897/JPBCS2019.0844>
- Suwardi, & Suwarti. (2020). Pertumbuhan dan produksi sorgum manis super-1 pada waktu aplikasi dan dosis pupuk ZA. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 8(2), 175-188. <https://doi.org/10.36084/jpt.v8i2.245>
- Tarakanov, I. G., Tovstyko, D. A., Lomakin, M. P., Shmakov, A. S., Sleptsov, N. N., Shmarev, A. N., ..., & Ivlev, A. A. (2022). Effects of Light Spectral Quality on Photosynthetic Activity, Biomass Production, and Carbon Isotope Fractionation in Lettuce, *Lactuca sativa* L., Plants. *Plants*, (11)3, 441. <https://doi.org/10.3390/plants11030441>

- Venkateswaran, K., Muraya, M., Dwivedi, S. L., & Upadhyaya, H. D. (2014). Wild sorghums- Their potential use in crop improvement. Wang, Y., Upadhyaya, H. D., & Chittaranjan, K. Eds. *Genetics, genomics and breeding of sorghum*. Florida, USA: CRC Press, 78–111. <http://oar.icrisat.org/id/eprint/9053>
- Venkateswaran, K., Elangovan, M., & Sivaraj, N. (2019). Origin, Domestication and Diffusion of *Sorghum bicolor*. Aruna, C., Visarada, K. B. R. S., Bhat, B. V., & Tonapi V. A. Eds. *Breeding Sorghum for Diverse End Uses*. Cambridge, United Kingdom: Woodhead Publishing, 15–31. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101879-8.00002-4>